

ANALISIS PLTS ATAP 25 KWP ON GRID KANTOR DPRD PROVINSI BALI

I Kadek Hendy Wijaya¹, I Nyoman Satya Kumara², Wayan Gede Ariastina³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

^{2,3}Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Jln. Raya Kampus Unud Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Kab.Badung, Prov.Bali, 80361

hendy.wijaya@student.unud.ac.id¹

ABSTRAK

Pengembangan energi baru terbarukan (EBT) masih rendah dari yang ditargetkan Indonesia sebesar 23% pada tahun 2025. Untuk itu diperlukan solusi alternatif yaitu penggunaan EBT salah satunya dari sektor energi surya yaitu PLTS. Energi surya memiliki potensi tertinggi dibandingkan sektor EBT lainnya sebesar 207,9 GW. Berdasarkan hal tersebut pada tahun 2020 Provinsi Bali memperoleh hibah PLTS Atap melalui Kementerian ESDM yang salah satu diantaranya terletak di Kantor Pemerintahan DPRD Provinsi Bali dengan daya terpasang sebesar 25 kWp menggunakan sistem *On Grid*. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan pengkajian secara detail mengenai potensi, sistem operasional, penghematan dan model pengelolaan PLTS Atap yang tepat di Kantor DPRD Provinsi Bali. Potensi produksi energi listrik PLTS Atap Kantor DPRD Provinsi Bali dianalisis dengan cara mensimulasikan orientasi dan sudut kemiringan PLTS untuk mendapatkan hasil produksi energi listrik optimum PLTS dengan menggunakan *software HelioScope*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil *output* produksi energi listrik pada simulasi kedua skenario cenderung lebih tinggi dengan selisih total pada simulasi untuk skenario 1 dan pada simulasi untuk skenario 2 yaitu sebesar 21,75% dan 19,66%. Untuk penghematan yang mampu diperoleh selama 6 bulan sebesar Rp 36.055.301 dengan persentase sebesar 22,60%. Model pengelolaan PLTS dalam jangka waktu kedepan yaitu terletak pada bidang bagian umum tepatnya pada Sub Koordinator Unit Substansi Perlengkapan, Aset dan Kerumahtanggaan.

Kata Kunci : Energi Listrik, PLTS Atap, *HelioScope*, Model Pengelolaan.

ABSTRACT

Development to new renewable energy still lower than Indonesia's target of 23% in 2025. For this reason, alternative solutions are needed, namely the use of renewable energy, one of which is from the solar energy sector, namely solar PV. Solar energy has the highest potential compared to other renewable energy sectors of 207.9 GW. Based on that, in 2020 the Province of Bali received a Rooftop Solar PV grant through the Ministry of Energy and Mineral Resources, one of which is located at the Bali Provincial DPRD Government Office with an installed power of 25 kWp using the On Grid system. Based on this, it is necessary to conduct a detailed study of the potential, operational systems, savings and the proper management model of Rooftop Solar PV at the Bali Provincial DPRD Office. The potential of Solar PV electricity production on the roof of the Bali Provincial DPRD Office was analyzed by simulating the orientation and tilt angle of the Solar PV to get the optimum Solar PV electrical energy production results using HelioScope software. The results showed that the results of electrical energy production in the simulations of the two scenarios tended to be higher with the total difference in scenario 1 and scenario 2 being 21.75% and 19.66%, respectively. For savings that can be obtained for 6 months of Rp. 36,055,301 with a percentage of 22.60%. The PLTS management model in the future is located in the general section, precisely in the Sub Coordinator of the Equipment, Assets and Household Substance Unit.

Key Words : Electrical energy, Rooftop Solar PV, *HelioScope*, Management Model.

1. PENDAHULUAN

Permintaan pada sektor energi terus terjadi peningkatan diiringi dengan berkembangnya zaman seperti halnya kebutuhan energi listrik di Indonesia yang telah mencapai 234,5 TWh pada tahun 2020. Peningkatan kebutuhan energi ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pertumbuhan jumlah penduduk yang semakin pesat, meningkatnya sektor pembangunan di bidang teknologi, ekonomi dan infrastruktur serta perkembangan sektor industri yang kian meningkat. Tingginya permintaan energi khususnya akan energi listrik di era sekarang tidak sebanding dengan ketersediaan pasokan energi. Untuk itu dibutuhkan solusi dan inovasi penggunaan sumber energi lain yang lebih alternatif terutama dari sumber daya yang melimpah dan tak terbatas seperti penggunaan sumber energi baru terbarukan (EBT) [1].

Untuk pengembangan terkait EBT di Indonesia Pemerintah mengambil tindakan dengan membuat Kebijakan Energi Nasional (KEN) [2]. KEN yang menjadi dasar lahirnya Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) [3]. Potensi EBT tertinggi yang berada di Indonesia terdapat pada sektor energi surya yaitu sebesar 207,9 GW. Selain Potensi tersebut Indonesia juga memiliki target untuk mencapai bauran EBT untuk tahun 2025 sebesar 23% dan 31% bauran EBT di tahun 2050 [4].

Dengan adanya potensi yang tinggi tersebut, sudah selayaknya pengembangan energi surya sebagai EBT melalui penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Indonesia lebih diprioritaskan dibandingkan jenis EBT lainnya. Selain itu perkembangan teknologi PLTS juga terus mengalami peningkatan, seiring dengan tingkat efisiensi modul PV yang semakin baik dan biaya investasi awal dari pembangunan PLTS yang semakin murah seharusnya lebih mudah dalam merealisasikan pemanfaatan energi surya di Indonesia [5].

Secara umum berdasarkan aplikasi pemasangannya PLTS diklasifikasikan menjadi tiga jenis yaitu, PLTS *Ground Mounted* (di atas tanah), PLTS *Rooftop* (di atas atap) dan PLTS *Floating* (Apung) yang terapung di waduk atau danau. Ketiga jenis pemasangan PLTS ini memiliki keunggulan dan kelemahannya masing-masing. Namun untuk di Indonesia jenis PLTS *Rooftop* (Atap) lebih mendominasi dibandingkan jenis pemasangan lainnya. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya gedung pemerintah, perkantoran, industri dan bahkan rumah tangga yang telah memasang PLTS Atap [6].

Pemerintah Provinsi Bali sendiri telah menerapkan kewajiban pemasangan PLTS Atap pada gedung pemerintah. Sejalan dengan itu pada tahun anggaran 2020 Provinsi Bali memperoleh hibah PLTS Atap melalui Kementerian ESDM yang salah satunya terletak di Kantor Pemerintahan DPRD Provinsi Bali dengan daya terpasang sebesar 25 kWp menggunakan sistem *On Grid*.

Dari banyaknya kantor OPD yang terdapat di Provinsi Bali, Kantor DPRD Provinsi Bali dipilih karena potensi energi yang dihasilkan, sistem pengelolaan kantor tersebut yang dirasa baik, konsumsi daya listrik yang digunakan pada kantor ini cukup besar dan yang terpenting yaitu peran DPRD sangatlah diperlukan untuk perkembangan EBT seperti PLTS, karena DPRD memiliki peran yang sangat sentral dalam penerbitan regulasi/perda. Jika DPRD sudah paham akan EBT dan turut mendukung program penggunaan EBT melalui PLTS maka kedepannya lebih mudah mengimplementasikan penggunaan PLTS di Indonesia.

Berdasarkan hal tersebut, maka akan dilakukan analisis terhadap potensi PLTS Atap Kantor DPRD, unjuk kerja dan simulasi PLTS Atap yang telah terpasang dan model pengelolaan PLTS Atap di Kantor DPRD. Analisis ini diharapkan mampu memberikan gambaran terkait kondisi pemasangan PLTS

Atap pada Kantor DPRD dan dapat memberikan rekomendasi aspek yang dapat dikembangkan untuk meningkatkan sistem kerja PLTS Atap.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Energi Surya dan PLTS

Salah satu jenis dari EBT adalah energi surya yang merupakan energi yang didapat dari pancaran cahaya matahari yang dikumpulkan secara langsung [7]. Sumber energi surya tidak hanya terdiri dari pancaran langsung cahaya matahari ke permukaan bumi, melainkan juga meliputi efek-efek matahari tidak langsung, seperti energi angin, tenaga laut dan energi air. Segala bentuk energi yang berasal dari biomassa juga termasuk ke dalam energi surya [8]. Salah satu upaya dari pemanfaatan energi surya yaitu dengan menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya yang dikenal dengan (PLTS).

PLTS merupakan sebuah teknologi yang mampu membangkitkan energi listrik dengan cara mengkonversi energi radiasi matahari menjadi listrik melalui suatu proses yang disebut *photovoltaic* [9]. PLTS menggunakan pancaran cahaya iradiasi matahari untuk memproduksi energi listrik dengan arus searah atau *Direct Current* (DC), yang nantinya dapat dikonversi menjadi arus listrik bolak-balik atau *Alternating Current* (AC). sehingga dapat digunakan oleh berbagai macam peralatan yang memerlukan energi listrik [10].

2.2 Konfigurasi Sistem PLTS

Klasifikasi sistem kerja PLTS, berdasarkan konfigurasi komponen umumnya sistem PLTS dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis, yaitu PLTS *On-Grid*, PLTS *Off-Grid*, dan PLTS sistem *Hybrid*.

a. PLTS *On-Grid*

PLTS dengan sistem *On-Grid* atau yang dikatakan sebagai sebuah sistem *photovoltaic* yang langsung terkoneksi dengan jaringan merupakan suatu sistem PLTS yang terinterkoneksi secara langsung dengan jaringan arus bolak balik dari grid setempat dengan tujuan utama

penghematan penggunaan energi listrik dari *grid* [11].

b. PLTS *Off-Grid*

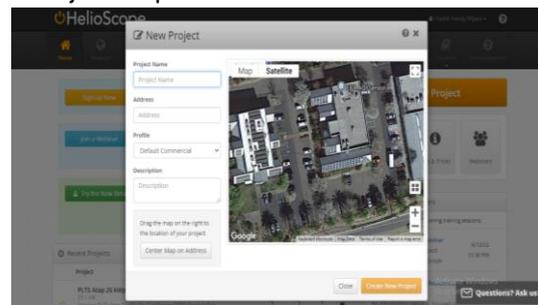
PLTS dengan sistem *Off-Grid* memiliki perangkat sistem tambahan untuk meningkatkan aspek keandalan yaitu baterai dan *charge controller*, kunci operasi dari PLTS *Off-Grid* terletak di baterai dan *charge controller*, produksi PLTS yang bersifat *intermiten* sepenuhnya digunakan untuk mengisi baterai dan dikendalikan oleh *charge controller* [11].

c. PLTS *Hybrid*

PLTS sistem *Hybrid* merupakan kolaborasi antara 2 atau lebih sistem pembangkit yang bertujuan menggabungkan beberapa sumber pembangkit guna untuk menjadi pembangkit yang handal dengan saling menutupi kelemahan masing-masing baik secara teknis maupun ekonomis [12].

2.3 HelioScope

HelioScope merupakan sebuah perangkat lunak terbuka dengan berbasis sebuah website yang dikembangkan oleh *Lab Folsom* dari *USA* yang diperuntukan untuk melakukan perancangan dari sebuah sistem, yang memungkinkan perancang untuk melakukan desain dan rekayasa *array* surya yang lengkap. Luaran yang dihasilkan dari simulasi menggunakan *software HelioScope* yaitu data potensi energi rata rata yang mampu dihasilkan oleh PLTS, data skematik *line diagram* dari PLTS, data analisis *shading*, dan data rugi rugi (*losses*). Tampilan awal dari *software HelioScope* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tampilan Software *HelioScope*

2.4 Analisis Kelayakan Investasi

Analisis investasi berguna untuk menentukan layak atau tidaknya proyek pembangunan untuk dilaksanakan dengan menggunakan beberapa metode perhitungan seperti *Net Present Value* (NPV), *Profitability Index* (PI) dan *Discounted Payback Period* (DPP).

a. *Net Present Value* (NPV)

NPV merupakan utilitas yang didapatkan pada suatu periode proyek yang diukur berdasarkan nilai tingkat suku bunga tertentu. Nilai NPV diperoleh dari total arus kas bersih (keuntungan) dikalikan faktor diskonto untuk setiap tahunnya dikurangi nilai *Initial Investment* (II). Investasi suatu pembangunan dikatakan layak ketika nilai NPV lebih besar dari nol (NPV>0) [13].

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{NFC_t}{(1+i)^t} - \text{Initial Investment (II)} \quad (1)$$

b. *Profitability Index* (PI)

PI merupakan sebagai indikator yang menunjukkan laba yang didapat dari suatu proyek dalam kurun waktu periode umur proyek. *Profitability Index* (PI) juga merupakan perbandingan antara seluruh kas bersih nilai saat ini dengan investasi awal (II). Investasi suatu pembangunan dapat dikatakan layak Ketika nilai PI lebih besar dari satu (PI>1) [13].

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{NFC_t}{(1+i)^t}}{\text{Initial Investment (II)}} \quad (2)$$

c. *Discounted Payback Period* (DPP)

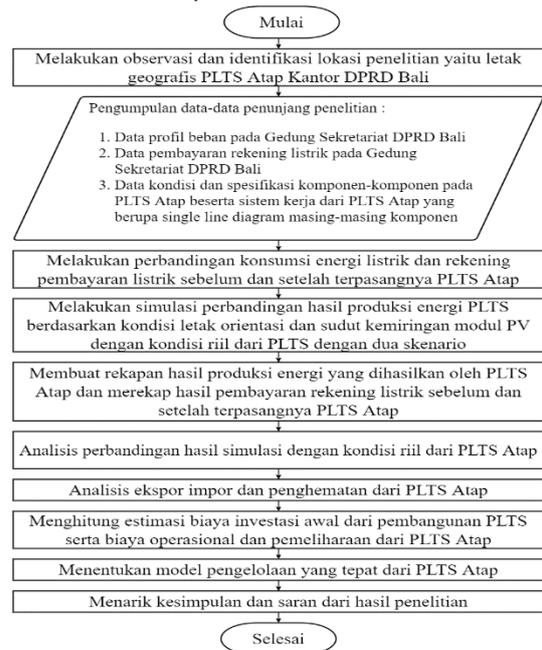
DPP merupakan lamanya periode waktu yang diperlukan untuk mengembalikan nilai investasi berdasarkan keuntungan-keuntungan yang diperoleh dari proyek (investasi). Investasi suatu pembangunan dapat dikatakan layak ketika nilai DPP kurang dari 25 tahun (DPP<25) [13].

$$DPP = \text{Year Before Recovery (YBR)} + \frac{\text{Investment Cost}}{NPV \text{ Kumulatif}} \quad (3)$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian terkait analisis PLTS Atap ini dilakukan di Kantor DPRD Provinsi Bali yang berlokasi di Jalan Dr. Kusuma Atmaja No. 3 Niti Mandala, Renon, Kec. Denpasar Selatan, Kota Denpasar, Bali. Waktu pelaksanaan dari penelitian ini mulai pada

bulan Mei hingga Oktober 2021. Dalam penelitian ini data yang diperoleh bersumber dari data konsumsi dan pembayaran energi listrik secara *realtime* pada Gedung Sekretariat DPRD Provinsi Bali berdasarkan data catatan AMR PLN yaitu PT. PLN (Persero) UP3 Bali Selatan, data orientasi dan sudut kemiringan modul dari PLTS yang terpasang pada Kantor DPRD Provinsi Bali, serta data hasil produksi energi listrik dari PLTS Atap. Gambar 2 merupakan langkah-langkah tahapan atau proses dalam melaksanakan penelitian.



Gambar 2. Flowchart Metode Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Kantor DPRD Bali

Kantor DPRD Provinsi terdiri dari beberapa gedung yaitu Gedung Parkir, Gedung Arsip dan Kantin, Gedung Sidang Pleno, dan Gedung Sekretariat yang merupakan bangunan yang terhubung dengan PLTS 25 kWp *On Grid*. Gedung Sekretariat ini memiliki luas area keseluruhan gedung yaitu sekitar 4.600 m² dengan total daya yang terpasang yaitu 197 kVA yang digunakan untuk memenuhi suplai berbagai macam kebutuhan listrik.

4.2 Sistem Kelistrikan Gedung Sekretariat DPRD Bali

| Bulan | GHI (kWh/m ²) | Nameplate (kWh) | Grid (kWh) |
|-----------|---------------------------|-----------------|------------|
| Januari | 137,6 | 3.107,3 | 2.769,1 |
| Februari | 139,1 | 3.158,8 | 2.810,4 |
| Maret | 157,0 | 3.556,8 | 3.156,6 |
| April | 163,7 | 3.698,1 | 3.273,4 |
| Mei | 168,9 | 3.790,6 | 3.350,9 |
| Juni | 154,2 | 3.447,1 | 3.069,7 |
| Juli | 163,8 | 3.665,1 | 3.273,1 |
| Agustus | 168,3 | 3.801,8 | 3.391,8 |
| September | 169,8 | 3.857,9 | 3.427,4 |
| Oktober | 184,5 | 4.183,9 | 3.699,0 |
| November | 154,1 | 3.478,0 | 3.089,7 |
| Desember | 151,8 | 3.421,5 | 3.052,1 |

Berdasarkan pada Tabel 2 dan Tabel 3 diatas dilihat bahwa hasil *output* simulasi untuk kedua skenario yang terdapat tiga kolom *output*. Pada kolom *Global Horizontal Irradiation* (GHI) merupakan jumlah total iradiasi yang akan jatuh dari atas kemudian diterima oleh permukaan pada bidang datar di lokasi *array*. Sedangkan pada kolom *Nameplate* (kWh) merupakan potensi daya maksimum pada *array*, didefinisikan sebagai total iradiasi kolektor yang dikalikan dengan daya pada *nameplate* / spesifikasi sistem. Pada kolom *Grid* (kWh) merupakan total *output* energi AC setelah memperhitungkan rugi rugi kabel AC ke titik hubung beban. Selain itu dapat diketahui juga bahwa potensi produksi energi bulanan pada kolom *nameplate* lebih tinggi daripada *grid*. Hal ini terjadi karena produksi energi hasil simulasi pada kolom *nameplate*, mengabaikan faktor *losses*.

4.5 Perbandingan Produksi Output Energi Listrik Antara Hasil Simulasi Dengan Kondisi Riil Dari PLTS Atap

Perbandingan produksi *output* energi listrik hasil simulasi dengan produksi energi listrik pada kondisi riil PLTS 25 kWp *On Grid* Kantor DPRD Provinsi Bali yaitu dengan membandingkan hasil simulasi HelioScope pada dua skenario yang berbeda dengan hasil produksi riil PLTS Atap selama kurun waktu 6 bulan yaitu bulan Juni 2021 hingga bulan Desember 2021.

Tabel 4. Perbandingan Produksi Output Energi Hasil Simulasi Skenario 1 dengan Kondisi Riil Dari PLTS Atap

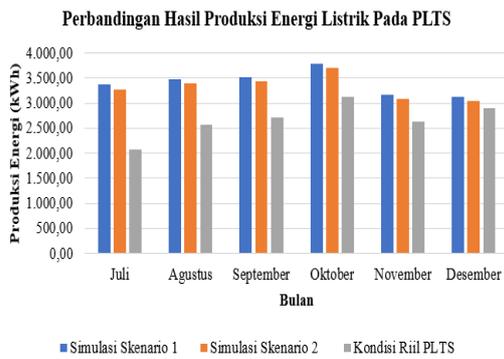
| Bulan | Simulasi Skenario 1 (kWh) | Riil (kWh) | Selisih (kWh) | Selisih (%) |
|------------------|---------------------------|------------------|-----------------|--------------|
| Juli | 3.378,10 | 2.077,60 | 1.300,50 | 38,50 |
| Agustus | 3.484,60 | 2.571,00 | 913,60 | 26,22 |
| September | 3.511,60 | 2.712,80 | 798,80 | 22,75 |
| Oktober | 3.791,50 | 3.120,00 | 671,50 | 17,71 |
| November | 3.167,90 | 2.623,60 | 544,30 | 17,18 |
| Desember | 3.133,10 | 2.910,00 | 223,10 | 7,12 |
| Total | 20.466,80 | 16.015,00 | 4.451,80 | 21,75 |
| Rata-rata | 3.411,13 | 2.669,17 | 741,97 | 21,58 |

Berdasarkan Tabel 4. total produksi energi PLTS selama 6 bulan pada simulasi skenario 1 sebesar 20.466,80 kWh, sedangkan total produksi energi PLTS pada kondisi riil sebesar 16.015,00 kWh. Selisih total produksi energi listrik antar kondisi skenario 1 dengan kondisi riil PLTS sebesar 4.451,80 kWh dengan selisih produksi yang tertinggi terjadi pada bulan Juli yaitu sebesar 1.300,50 kWh.

Tabel 5. Perbandingan Produksi Output Energi Hasil Simulasi Skenario 2 dengan Kondisi Riil Dari PLTS Atap

| Bulan | Simulasi Skenario 2 (kWh) | Riil (kWh) | Selisih (kWh) | Selisih (%) |
|------------------|---------------------------|------------------|-----------------|--------------|
| Juli | 3.273,10 | 2.077,60 | 1.195,50 | 36,53 |
| Agustus | 3.391,80 | 2.571,00 | 820,80 | 24,20 |
| September | 3.427,40 | 2.712,80 | 714,60 | 20,85 |
| Oktober | 3.699,00 | 3.120,00 | 579,00 | 15,65 |
| November | 3.089,70 | 2.623,60 | 466,10 | 15,09 |
| Desember | 3.052,10 | 2.910,00 | 142,10 | 4,66 |
| Total | 19.933,10 | 16.015,00 | 3.918,10 | 19,66 |
| Rata-rata | 3.322,18 | 2.669,17 | 653,02 | 19,49 |

Berdasarkan Tabel 5 total produksi energi PLTS selama 6 bulan pada simulasi skenario 2 sebesar 19.933,10 kWh, sedangkan total produksi energi PLTS pada kondisi riil sebesar 16.015,00 kWh. Selisih total produksi energi listrik antar kondisi skenario 2 dengan kondisi riil PLTS sebesar 3.918,10 kWh dengan selisih produksi yang tertinggi terjadi pada bulan Juli yaitu sebesar 1.195,50 kWh.



Gambar 4. Diagram Perbandingan Hasil Produksi Energi Listrik Pada Simulasi dan Kondisi Riil PLTS

Berdasarkan diagram pada Gambar 4 dilihat bahwa terdapat perbedaan antara hasil produksi energi listrik pada kondisi simulasi dengan kondisi riil dari PLTS selama 6 bulan. Hasil produksi energi listrik pada simulasi kedua skenario cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan produksi energi listrik pada kondisi riil PLTS dengan selisih total pada simulasi untuk skenario 1 dan simulasi untuk skenario 2 masing-masing sebesar 21,75% dan 19,66%. Selisih produksi energi cenderung terpaut jauh disebabkan karena adanya perbedaan kondisi sudut kemiringan modul PV, kondisi *shading* dan keadaan cuaca serta tingkat iradiasi matahari yang berbeda beda, iradiasi matahari merupakan faktor utama yang mempengaruhi keluaran energi dari PLTS. Pada hasil produksi *output* energi dari hasil simulasi pada *HelioScope*, data cuaca untuk iradiasi matahari yang digunakan merupakan data cuaca dunia dari hasil analisis TMY *weather*. Analisis TMY *weather* adalah penentuan kondisi cuaca di seluruh dunia sesuai dengan kondisi pada saat itu berdasarkan data yang terdapat pada 30 tahun kebelakang. Sedangkan pada hasil produksi energi riil dari PLTS Atap menggunakan kondisi cuaca riil pada lokasi dan waktu tersebut, yaitu pada tahun 2021.

4.6 Penghematan Pembayaran Listrik Gedung Sekretariat DPRD Provinsi Bali Selama 6 Bulan

Penghematan pembayaran rekening listrik pada Gedung Sekretariat DPRD Provinsi Bali diperlukan guna mengetahui

persentase penghematan yang mampu diberikan dari hasil pemasangan PLTS Atap pada Kantor DPRD Provinsi Bali selama 6 bulan pada rentang bulan Juli hingga bulan Desember.

Tabel 6. Penghematan Pembayaran Rekening Listrik Selama 6 Bulan

| Bulan | Tahun 2020 (Rp) | Tahun 2021 (Rp) | Penghematan (Rp) | Persentase (%) |
|------------------|--------------------|--------------------|-------------------|----------------|
| Juli | 27.061.045 | 21.185.081 | 5.875.964 | 21,71 |
| Agustus | 27.276.735 | 21.933.435 | 5.343.300 | 19,59 |
| September | 24.609.220 | 20.828.240 | 3.780.980 | 15,36 |
| Oktober | 25.912.139 | 19.697.040 | 6.215.099 | 23,99 |
| November | 29.568.675 | 19.091.711 | 10.476.964 | 35,43 |
| Desember | 25.077.103 | 20.714.109 | 4.362.994 | 17,40 |
| Total | 159.504.917 | 123.449.616 | 36.055.301 | 22,60 |
| Rata-rata | 26.584.153 | 20.574.936 | 6.009.217 | 22 |

Berdasarkan Tabel 6, maka penghematan yang diperoleh selama 6 bulan sebesar Rp36.055.301 dengan persentase sebesar 22,60%. Penurunan pembayaran tertinggi terjadi pada bulan November sebesar Rp10.476.964 dengan persentase 35,43%. Dengan jumlah persentase penghematan tersebut dapat dikatakan bahwa PLTS Atap 25 kWp *On Grid* di Kantor DPRD Provinsi Bali memberikan kontribusi terhadap pengurangan pemakaian energi listrik oleh PLN di Gedung Sekretariat DPRD Provinsi Bali.

4.7 Analisis Kelayakan Investasi

Pada penelitian ini menggunakan asumsi data pembayaran selama satu tahun dengan menggunakan pembayaran rata rata selama 6 bulan dikalikan 12 yang merupakan jumlah bulan dalam satu tahun yaitu mendapatkan hasil sebesar sebesar Rp72.110.602 yang digunakan dalam perhitungan analisa kelayakan investasi.

Menentukan arus kas bersih (NCF) yang diperoleh berdasarkan selisih antara penghematan pembayaran listrik (arus kas masuk) dikurangi dengan biaya operasional dan pemeliharaan PLTS (arus kas keluar) yang diperoleh dari 1% nilai *Initial Investment*.

$$NCF = \text{Arus kas masuk} - \text{Arus kas keluar}$$

$$NCF = Rp72.110.602 - Rp3.702.150$$

$$NCF = Rp68.408.452$$

Menentukan tingkat diskonto berdasarkan data uang beredar Bank Indonesia per 17 Maret 2022 sebesar 3,50%.

$$DF = \frac{1}{(1 + i)^n}$$

$$DF_{Tahun\ ke\ 1} = \frac{1}{(1 + 3,50\%)^1}$$

$$DF_{Tahun\ ke\ 1} = 0,97$$

Menentukan biaya penggantian inverter (RPW) yang diperoleh berdasarkan harga inverter (F) dikalikan dengan faktor diskonto pada tahun pergantian inverter (DF).

$$R_{PW} = F \times DF$$

$$R_{PW\ Tahun\ ke\ 11} = Rp26.500.000 \times \frac{1}{(1 + 3,50\%)^{11}}$$

$$R_{PW\ Tahun\ ke\ 11} = Rp18.020.000$$

Menentukan nilai arus kas bersih sekarang (PVNCF) setiap tahunnya dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$PVNCF = (NCF - R_{PW}) \times DF$$

$$PVNCF_{tahun\ ke\ 1} = (Rp68.408.452 - Rp0) \times 0,97$$

$$PVNCF_{tahun\ ke\ 1} = Rp66.356.198$$

Tabel 7. Kumulatif Present Value Net Cash Flow

| Tahun | Arus Kas Bersih (NCF) | Inverter | Faktor Diskonto | PVNCF | Kumulatif PVNCF |
|-------|-----------------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | Rp68.408.452 | Rp0 | 0,97 | Rp66.356.198 | Rp66.356.198 |
| 2 | Rp66.966.240 | Rp0 | 0,93 | Rp62.278.603 | Rp128.634.802 |
| 3 | Rp66.569.632 | Rp0 | 0,9 | Rp59.912.668 | Rp188.547.470 |
| 4 | Rp66.173.023 | Rp0 | 0,87 | Rp57.570.530 | Rp246.118.000 |
| 5 | Rp65.776.415 | Rp0 | 0,84 | Rp55.252.189 | Rp301.370.189 |
| 6 | Rp65.379.807 | Rp0 | 0,81 | Rp52.957.643 | Rp354.327.832 |
| 7 | Rp64.983.198 | Rp0 | 0,79 | Rp51.336.727 | Rp405.664.559 |
| 8 | Rp64.586.590 | Rp0 | 0,76 | Rp49.083.808 | Rp454.750.368 |
| 9 | Rp64.189.982 | Rp0 | 0,73 | Rp46.858.687 | Rp501.609.054 |
| 10 | Rp63.793.373 | Rp0 | 0,71 | Rp45.293.295 | Rp546.902.350 |
| 11 | Rp63.396.765 | Rp18.020.000 | 0,68 | Rp30.856.200 | Rp577.758.550 |
| 12 | Rp63.000.157 | Rp0 | 0,66 | Rp41.580.104 | Rp619.338.653 |
| 13 | Rp62.603.549 | Rp0 | 0,64 | Rp40.066.271 | Rp659.404.924 |
| 14 | Rp62.206.940 | Rp0 | 0,62 | Rp38.568.303 | Rp697.973.227 |
| 15 | Rp61.810.332 | Rp0 | 0,6 | Rp37.086.199 | Rp735.059.427 |
| 16 | Rp61.413.724 | Rp0 | 0,58 | Rp35.619.960 | Rp770.679.386 |
| 17 | Rp61.017.115 | Rp0 | 0,56 | Rp34.169.585 | Rp804.848.971 |
| 18 | Rp60.620.507 | Rp0 | 0,54 | Rp32.735.074 | Rp837.584.045 |
| 19 | Rp60.223.899 | Rp0 | 0,52 | Rp31.316.427 | Rp868.900.472 |
| 20 | Rp59.827.290 | Rp0 | 0,5 | Rp29.913.645 | Rp898.814.117 |
| 21 | Rp59.430.682 | Rp12.985.000 | 0,49 | Rp22.758.384 | Rp921.572.501 |
| 22 | Rp59.034.074 | Rp0 | 0,47 | Rp27.746.015 | Rp949.318.516 |
| 23 | Rp58.637.465 | Rp0 | 0,45 | Rp26.386.859 | Rp975.705.375 |
| 24 | Rp58.240.857 | Rp0 | 0,44 | Rp25.625.977 | Rp1.001.331.352 |
| 25 | Rp57.844.249 | Rp0 | 0,42 | Rp24.294.584 | Rp1.025.625.937 |
| Total | | Rp31.005.000 | | Rp1.025.625.937 | |

Menentukan Net Present Value (NPV) didapatkan dari perhitungan total arus kas bersih yang diperoleh dikalikan faktor

diskonto untuk setiap tahunnya dikurangi nilai dari investasi awal (II).

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{NFC_t}{(1 + i)^t} - Initial\ Investment\ (II)$$

$$NPV = Rp1.025.625.937 - Rp370.215.000$$

$$NPV = Rp655.410.937$$

Berdasarkan hasil perhitungan investasi dari PLTS Atap yang dirancang di Kantor DPRD Provinsi Bali layak untuk dilaksanakan dikarenakan nilai (NPV>0).

Menentukan Profitability Index (PI) didapatkan dari perhitungan total arus kas bersih yang diperoleh dikalikan faktor diskonto untuk setiap tahunnya dibagi nilai dari investasi awal (II).

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{NFC_t}{(1 + i)^t}}{Initial\ Investment\ (II)}$$

$$PI = \frac{Rp1.025.625.937}{Rp370.215.000}$$

$$PI = 2,77$$

Berdasarkan hasil perhitungan investasi dari PLTS Atap yang dirancang di Kantor DPRD Provinsi Bali layak untuk dilaksanakan dikarenakan nilai (PI>1).

Menentukan Discounted Payback Period (DPP) diperoleh dengan menghitung kurun waktu berapa tahun jumlah nilai arus kas bersih saat ini akan sama atau lebih besar dari nilai yang dibutuhkan untuk investasi awal dari pembangunan PLTS Atap.

$$DPP = Year\ Before\ Recovery + \frac{Investment\ Cost}{NPV\ Kumulatif}$$

$$DPP = 6 + \frac{Rp370.215.000}{Rp1.025.625.937}$$

$$DPP = 6,4$$

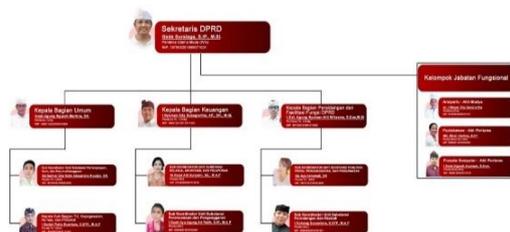
Total waktu yang dibutuhkan untuk menutupi investasi awal perancangan sistem PLTS Atap di Kantor DPRD Provinsi Bali adalah selama 6,4 tahun dan berdasarkan perhitungan Kumulatif Present Value Net Cash Flow pada Tabel 7, maka waktu yang dibutuhkan untuk menutupi investasi awal perancangan sistem PLTS Atap di Kantor DPRD Provinsi Bali adalah selama 7 tahun. Berdasarkan hal tersebut investasi dari PLTS Atap yang dirancang di Kantor DPRD Provinsi Bali layak untuk

dilaksanakan dikarenakan nilai (DPP<25 tahun).

4.8 Model Pengelolaan PLTS Atap Kantor DPRD Bali

Penting untuk memastikan bahwa PLTS yang telah dibangun dan diserahterimakan memiliki lembaga atau bidang pengelola dengan ketetapan hukum dan SDM yang memadai. Setelah mengetahui tugas pokok dan fungsi masing masing setiap bidang pada struktur organisasi Sekretariat DPRD Provinsi Bali seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5 maka, untuk bagian yang tepat dalam mengelola PLTS dalam jangka waktu kedepan terletak pada Bidang Bagian Umum tepatnya pada sub koordinator unit substansi perlengkapan, aset, dan kerumahtanggaan. Bagian ini akan melakukan pengelolaan terhadap PLTS Atap pada Kantor DPRD Provinsi Bali diantaranya yaitu, penetapan besar biaya perawatan dari PLTS Atap, menjadwalkan penjadwalan siklus perawatan PLTS Atap secara berkala, melakukan pencatatan terkait pengeluaran biaya operasional perawatan PLTS Atap, dan menunjuk atau merekrut teknisi yang tepat dan kompeten yang paham terhadap tata cara perawatan dari PLTS Atap.

STRUKTUR ORGANISASI



Gambar 5. Struktur Organisasi Sekretariat Kantor DPRD Bali

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh berdasarkan penelitian analisis pemasangan PLTS Atap Kantor DPRD Bali sebagai berikut:

1. Sumber daya listrik pada Gedung Sekretariat DPRD Provinsi Bali sejak April 2021 disuplai oleh PLTS Atap

sebesar 25 kWp *On Grid* dengan bersinkronisasi bersama PLN. Setelah terpasang PLTS Atap terjadi penurunan konsumsi energi listrik berkisar antara 13.215 kWh hingga 15.182 kWh dengan konsumsi energi rata rata sebesar 14.242 kWh per bulan. Hal ini menunjukkan bahwa PLTS Atap mampu membantu mengurangi konsumsi energi listrik PLN pada Gedung Sekretariat DPRD.

2. Hasil simulasi menunjukkan bahwa produksi energi listrik pada simulasi kedua skenario cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan produksi energi listrik pada kondisi riil dari PLTS Atap dengan selisih total pada simulasi untuk skenario 1 dan simulasi untuk skenario 2 masing-masing sebesar 21,75% dan 19.66%. Selisih produksi energi cenderung terpaut jauh disebabkan karena adanya perbedaan kondisi sudut kemiringan modul PV dan keadaan cuaca serta tingkat iradiasi matahari yang berbeda beda.
3. Penghematan yang mampu diperoleh dari pemasangan PLTS Atap untuk Gedung Sekretariat DPRD selama 6 bulan dalam rentang bulan Juli hingga Desember 2021 sebesar Rp 36.055.301 dengan persentase sebesar 22,60%. Setelah dilakukannya perhitungan kelayakan investasi pembangunan PLTS Atap di Kantor DPRD Bali menggunakan metode NPV, PI dan DPP maka investasi dari pembangunan PLTS Atap yang di Kantor DPRD Provinsi Bali layak untuk dilaksanakan dengan lama periode waktu pengembalian modal yaitu selama 7 tahun.
4. Model pengelolaan PLTS terdapat pada Bidang Bagian Umum tepatnya pada sub koordinator unit substansi perlengkapan, aset, dan kerumahtanggaan. Bidang ini akan bertugas untuk mengelola PLTS diantaranya, menetapkan besar biaya perawatan dari PLTS Atap, menjadwalkan siklus perawatan PLTS

Atap secara berkala, pencatatan terkait pengeluaran biaya operasional perawatan PLTS Atap, dan menunjuk atau merekrut teknisi yang tepat dan kompeten yang paham terhadap tata cara perawatan dari PLTS Atap.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sumariana, I.K., Kumara, I.N.S., Ariastina, W.G. 2019. Desain dan Analisa Ekonomi PLTS Atap untuk Villa di Bali. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*. 18 (3). 337:346.
- [2] Humas EBTKE. 2019. Kebijakan Strategis Pemanfaatan EBT, Berbasis Produktivitas dan Inovasi. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2019/12/18/2432/kebijakan.strategis.pemanfaatan.ebt.berbasis.produktivitas.dan.inovasi>. Diakses pada tanggal 4 Oktober 2021.
- [3] Gunawan, N.S., Rina, I., Kumara, I.N.S., 2019. Unjuk Kerja PLTS 26,4 KWP pada Sistem *Smart Microgrid* Unud. *Jurnal Spektrum* Vol. 6 No. 3.
- [4] Rencana Umum Energi Nasional (RUEN), Tahun 2021.
- [5] Pawitra, A.A.G.A., Kumara, I.N.S., Ariastina, W.G. 2020. Review Perkembangan PLTS di Provinsi Bali Menuju Target Kapasitas 108 MW Tahun 2025. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*. 19 (2). 181:188.
- [6] Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konversi Energi. (2021). Fact Sheet: Update Kinerja Subsektor EBTKE Tahun 2020. [Online].
- [7] Lestari, N.M.N., Kumara, I.N.S., Giariantari, I.A.D. 2021. Review Status Panel Surya di Indonesia Menuju Realisasi Kapasitas Plts Nasional 6500 MW. *Jurnal SPEKTRUM*. 8 (1). 27:37.
- [8] Humas EBTKE. 2021. PLTS Atap: Kaya Potensi, Amankan Investasi, Kunci Bauran Energi. [Online]. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2021/04/15/2840/plts.atap.kaya.potensi%20amankan.investasi.kunci.bauran.energi?lang=en>. Diakses pada tanggal 4 Oktober 2021.
- [9] Merta, K.H., Kumara, I.N.S., Ariastina, W.G. 2019. Rancangan Penempatan Modul Surya dan Simulasi PLTS Fotovoltaik Atap Gedung RSPTN Rumah Sakit Universitas Udayana. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*. 18 (3). 329:336.
- [10] Wicaksana, M.R., Giariantari, I.A.D., Irawati, R. 2019. Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop 158 kWp pada Kantor Gubernur Bali. *Ejournal Spektrum* Vol. 6 No. 3.
- [11] Anonim. 2010. *Technical Application Papers No. 10 Photovoltaic Plants*. Italy: ABB SACE.
- [12] Ramadhan, S.G., and Rangkuti, C., 2016. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Atap Gedung Harry Hartanto Universitas Trisakti. *In Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan* (pp. 22-1).
- [13] Sihotang, G.H., 2019. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop di Hotel Kini Pontianak. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 1(1).
- [14] Yogathama, I.G.B.W., Wijaya, I.W.A., Budiastra, I.N. 2021. Desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Mengikuti Pola Atap Wantilan Desa Antosari Untuk Memenuhi Daya 3600 Watt. *Jurnal SPEKTRUM*. 8 (2). 83:90.
- [15] Setiawan, I.K.A., Kumara, I.N.S., Sukerayasa, I.W. 2014. Analisis Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Satu MWp Terinterkoneksi Jaringan di Kayubih, Bangli. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*. 13 (1). 27:33.